

⑫ 特 許 公 報 (B 2)

昭 61 - 6390

⑤ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公告 昭和61年(1986)2月26日

G 09 F 9/35
G 02 F 1/133

1 1 8

6615-5C
8205-2H

発明の数 1 (全7頁)

⑬ 発明の名称 液晶表示装置

⑮ 特 願 昭55-144829

⑯ 公 開 昭57-132190

⑰ 出 願 昭55(1980)10月16日

⑱ 昭57(1982)8月16日

⑲ 発 明 者 遠 藤 建 一 諏訪市大和3丁目3番5号 株式会社諏訪精工舎内

⑳ 発 明 者 小 口 幸 一 諏訪市大和3丁目3番5号 株式会社諏訪精工舎内

㉑ 発 明 者 矢 澤 悟 諏訪市大和3丁目3番5号 株式会社諏訪精工舎内

㉒ 出 願 人 セイコーエプソン株式 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
会社

㉓ 代 理 人 弁理士 最 上 務

審 査 官 岡 部 恵 行

㉔ 参 考 文 献 特開 昭54-37697 (J P, A) 特開 昭55-143524 (J P, A)

1

2

① 特許請求の範囲

1 対向する2つの基板間に液晶が挟持され、一方の基板は半導体基板で形成され、他方の基板は透明基板で形成され、該基板上に複数の電極が形成されてなる液晶表示装置において該半導体基板表面の凹凸形状のピッチが $1\mu m$ から $100\mu m$ の範囲であり、該凹凸の高さが $0.1\mu m$ から $10\mu m$ の範囲でかつ該凹凸部の斜面角度が該半導体基板水平面に対して 0° から 30° である事を特徴とする液晶表示装置。

発明の詳細な説明

本発明は、第1図に示すような内面に透明導電性皮膜をコーティングした透明ガラス板11と、複数のスイッチングトランジスタと複数の液晶駆動電圧保持用コンデンサとを設置した下側基板12との間に、スペーサ13を介して液晶14をサンドイッチ状にはさみ込んだ構造を有する液晶表示装置に関してであり、詳しくは該下側電極基板として不透明なシリコン基板を該液晶として二色性色素を添加したゲストホスト液晶を使用した反射型液晶表示装置に関してである。

従来、反射型表示装置は、第2図に示すように内面に透明導電性皮膜をコーティングした透明ガラス基板21、21'2枚の間にスペーサ23を介して液晶24をサンドイッチ状にはさみ込み、

下側透明ガラス基板21'の下に反射表面に凹凸を有する反射板等を設置した構造を特徴とするものであった。

該下側ガラス基板の替りとして複数のスイッチングトランジスタと複数の液晶駆動電圧保持用コンデンサを不透明シリコン基板上に設置した半導体基板を使用すれば、より多くの表示が可能となる。

前記半導体基板を下側基板として使用した場合、多くの情報を表示できるという長所を持つかわり、短所として、(1) 2枚の偏光板を必要とするツイストネマチック構造は不可能となる。(2) 該半導体基板表面が液晶と直接に接するため、該半導体基板表面が反射板となり、表示が暗くなる。等の問題点が発生する。

上記(1)については、2色性染料を添加したゲストホスト液晶を使用する事で偏光板を透明ガラス基板上に1枚設置するだけで良好な表示が得られる。

上記の(2)は該半導体基板表面が反射板の役目をするため該半導体基板の電極表面形状の表示品質に及ぼす影響は大である。従来第3図aに示す如く、略ぼ鏡面であるか、あるいは、第3図bに示す如く所々に凹凸がある形状にしたものかあるいは、第3図cの形状をしたものであった。但しこ

3

4

ここでは、電極導電物質として反射率の高いアルミニウムあるいは、アルミニウムを含む合金を例に採っている。

第3図aの形状となるのは、アルミニウムを低温で加熱した場合で、さらに高温で加熱した場合には、第3図bに示す形状となる。第1図cは、アルミニウム中にシリコンを2%含む合金を用い400°Cから450°Cで熱処理した後に表面をエッチングした場合に出来る形状である。第4図a, b及びcは各々第3図a, b, cの表面形状を有する電極の反射特性である。該表面形状が略ぼ鏡面に近い基板23に光21を入射すると、反射光強度分布は破線24のようになる。すなわち反射光の光反射分布は正反射成分が非常に大きく、それ以外の方向では、正反射光強度に比較して、非常に小さな値を示す。このことは、基板23を用いて液晶パネルを作成した場合、外部照明の正反射方向からパネルを見ると光強度が大きく、明るく見えるが、この方向では輝度が大きすぎる事と、透明ガラス板上の偏光板表面での正反射が目に入る為液晶の表示は、良好なものとはならない。

また、外部照明の正反射以外の方向からパネルを見る場合、電極部で反射される光45の強度は非常に小さく、全体に暗い表示となってしまうという欠点があった。液晶表示パネルの様に受光型の表示装置においては、外装部の光反射率に対しパネル部での反射率が極端に低いと、十分なコントラストを目で感じることが出来ない。その為パネルの下側基板の電極が反射板を兼ねる場合、パネルを見る方向への反射光強度を大きくする様に電極表面に凹凸を形成する必要がある。第4図bは、第3図bで示した基板の光反射特性を示している。第3図bの形状は、アルミニウムを400°C~450°Cで数十分、不活性雰囲気中あるいは水素雰囲気中で処理すると生ずるものであるが、鏡面部分の割合が大きいので、正反射成分が未だ強い事と、電極表面の凹凸の平均斜度が大き過ぎるため、パネルの略ぼ法線方向に反射する光49は少なく、パネルの略ぼ水平方向に近い反射光410が多くなっている。これは、パネルを見る場合、目の位置は、略ぼ法線に近い方向に置くことを考えると、反射光特性がパネルの法線方向で大きい事が必要となる。しかし第3図bの形状では、入射光46に対しパネル法線方向の反射光は

正反射方向の光47に対して小さい為、パネル全体が暗く見える。第4図cは、アルミニウムの電極表面上に微細な凹凸をつけた表面413の光反射特性を示す。表面電極の凹凸の平均周期は、略ぼ1 μ mで、平均深さは0.5 μ mである。このような凹凸を有する金属表面は、反射光が多重に反射される為、反射光の全光束は小さく、パネルの色は、灰色を帯びて見える。特に、この様に、アルミニウム表面に微細な凹凸を形成した場合で凹凸の深さが、そのピッチに比較して、略ぼ同等と見なせる場合は、液晶を該アルミニウム表面上に載せると、該アルミニウム表面は、暗黒色となってしまう。ゲストホスト型液晶の様に基板を明部として用い、ゲストの吸収を暗部として表示する液晶表示装置においては、基板表面の反射光束が小さい物は、十分な表示効果を期待できない。

さらに、該ゲストホスト液晶を使用した反射型表示装置においては、該上側の透明ガラス板上の偏光板によつて偏向された光が該半導体表面で維持されることが重要となる。なぜなら、第5図において偏光板502の偏光率を100%、透過率を50%とすれば入射光501が該半導体表面で偏光が完全に維持される場合は液晶層における吸収および該透明ガラス板表面等における反射による損失等を考えないものとすれば、反射光強度は入射光強度の50%となる。しかし、該半導体表面において偏光が完全に乱され無偏光となつた場合の反射光強度は入射光強度の25%となり前述の場合の半分の明るさとなってしまうからである。第3図bおよびcで示した該半導体表面においては、偏光板が維持されにくい。

本発明は、かかる欠点を除去したもので、その目的は、複数のスイッチングトランジスタと複数の液晶駆動電圧保持用コンデンサを設置した半導体基板を用いた液晶表示装置において表示の明部分を基板の表面での反射を利用して表示効果を向上させることにある。

尚ここで表示効果と述べているのは、液晶表示装置を点灯及び非点灯した時の反射光強度の比、および反射光強度の絶対値である。つまり、秀れた表示効果とは、点灯時と非点灯時の反射光強度の比が大きく、かつ表示の明部の反射光強度の絶対値が大きいと言う事である。

以下実施例に基づいて本発明を詳しく説明す

5

る。第6図は、本発明による前記半導体基板の断面図である。シリコン基板上に凹凸を形成しその上に該スイッチングトランジスタおよび該液晶駆動電圧保持用コンデンサを設置してある。

601はシリコン基板、602はソース、603はドレイン、604はゲートポリシリコン、605はポリシリコン、606は配化シリコン、607は表示電極用アルミニウムである。シリコン基板上の凹凸は平均斜度 $10^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 程度の斜面を有し該凹凸の間隔は、 $1 \mu m$ から $100 \mu m$ の範囲でありかつ規則的でない。さらに該凹凸は $0.1 \mu m$ から $5 \mu m$ の範囲である。該半導体表面の表示電極用アルミニウムは、該シリコン基板の凹凸を反映し、断面の反射表面における接線は、該シリコン基板水平面に対して $0^{\circ} \sim 40^{\circ}$ の範囲の角度をなす。このため入射光が多重反射する事が少ないため暗くなることはなく反射特性は秀れている。又該凹凸の山から山までの間隔は、光の干渉による色づきを防止するために不規則になつてい

る。第8図aは、第7図で示した本発明による構造を持つアルミニウム電極の表面に、光42を入射した時の反射光の様子を描いた図面である。パネルの仮想水平面41に対し入射光は、 70° から入射している例である。この例では、正反射光の割合は、それ程多くなくパネル法線方向への反射光が多い。このようなパネルは、非常に良好な表示効果を得る事が出来る。第8図bは、第7図で示した本発明による構造を持つアルミニウム電極表面の反射光特性85で、標準白色散乱板と(MgO粉末の散乱面)の反射光特性84と比較するとパネル法線方向の反射光の割合が大きく、実際の液晶パネルを見た時の明るさは、非常に良い。ゲストホスト液晶を偏光板を用いて表示する場合には、下側基板の反射光特性が良好であるか否かによつて表示効果に大きな差が生ずる。第9図aは、第9図bの様な測定系により、電圧-反射光強度特性を測定した結果を示すグラフである。光源92から入射した光94がパネル91で反射され、その強度をホトマル93で電圧に変換して出力する。尚反射光強度の100%は、標準白色散乱板を $\theta = 65^{\circ}$ で測定した値とし、測定パネルは、パネルに組立てる以前の基板だけでの反射特性が第10図aで示される様なものと第10図bで示

6

される本発明による基板105を用いて測定したものである。第10図において光はパネル法線に対し θ の方向から入射しパネル法線方向に返つて来る光がどの程度あるかを測定している。このような測定により法線方向反射光強度101, 103を求め、この曲線に囲まれる部分の面積を計算するとこの値は、視覚による明るさの判断と略ぼ一致する。但し第9図bの測定系は、人間の視覚が持つ分光分布特性と同じ分光分布を有している。第9図aは、このような反射特性の異なる基板を液晶パネルに組み込み偏光板を表面につけて測定した結果を示している。本発明による基板105を用いた場合は、電圧-反射光強度カーブは95の様になり白くなつた場合においては、標準白色板の値に対し略ぼ80%の反射光強度を有することがわかる。一方アルミニウム電極表面に凹凸を付けて標準白色板と略ぼ同等の反射光特性を持たせた基板64を用いて液晶パネルを構成しその電圧-反射光強度特性を測定すると96のようになる。さらに、第12図に示すように光源121の面に偏光板122を設置し偏光を基板123に対し角度 θ で入射し該基板の垂直方向の反射光に対して該偏光板122と同一の偏光方向に偏光板124を置き、第3図b, c及び本発明による構造の該半導体基板の偏光特性を測定した。

第13図にその結果を示す。100%は完全に偏光が維持された場合で、50%は、偏光板を失なつたことを示す。131は本発明による表面形状による132は第3図bの表面構造、133は第3図cの表面構造134は標準白色板である。明らかに本発明による表面形状を有する物の方が偏光性を維持していることがわかる。つまり本発明による構造を有する反射板を使用すれば約5割表示が明るくなる。

尚液晶パネルの反射光強度特性の測定では、第9図bにおいて $\theta = 25^{\circ}$ で測定したものである。第9図aでわかる様に表示パネルの反射光強度比 R_2/R_1 及び R_4/R_3 は、95, 96, 97においてほとんど変わらないが反射光強度の絶対値は、本発明による基板を用いた液晶表示パネルの方が、他の基板を用いて液晶表示パネルを構成したものより大きく明るい表示となる。反射光強度の絶対値が96, 97の様に小さい場合は、液晶表示パネルを点灯した部分と非点灯部分との間の反

射光強度の差が小さくなり視覚での判別がしにくくなっている。この様に本発明における様に不透明基板を用いて液晶表示パネルを構成する場合、該基板上のアルミニウム電極での反射状態は、表示パネルの表示効果と非常に密接な関係を有している事がわかる。第11図は、アルミニウム電極表面に第10図aの様な特性を持つ基板を用いて、液晶表示パネルの表面に偏光板を貼り付けた場合122、偏光板を用いない場合111、偏光板を使用せずゲストホスト液晶の母液晶としてコレステリック液晶を用いた場合（通称ホワイトテラ）113及び、本発明の基板を用い、パネルには、一放偏光板を貼り付けた場合114の電圧-反射光強度特性を示している。曲線113はヒステレシス115を持つのが特徴である。第11図によると偏光板を用いない場合71は、明るいが点灯時と非点灯時の反射光強度比がとれずコントラストが出ない。偏光板を用いた場合112は、コントラストはとれるがパネルの明るさが足りない。ホワイトテラ型のもの113では偏光板を用いなくても反射光強度比は約3程になるが、第10図aの基板を用いたのでは、明るさが不足する。反射光強度比は、ゲスト濃度を増すことによつて向上させることができる為、ゲストの濃度を増してかつ基板の反射特性を本発明の様なものにすれば、ホワイトテラ方式のゲストホストでもさらに良好な表示効果を得ることが出来る。

以上第6図に示すように該スイッチングトランジスタおよび該液晶駆動電圧保持用コンデンサを設置する以前の基板に凹凸を形成すれば、上記のように表示特性が向上するとともに表示面積全体に対する、傾斜面の面積が大きくとれ反射光強度が増加し、より明るい表示が得られる。さらに初期基板の傾斜角度に $2^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 程度のバラツキがあつても該傾斜面上に該スイッチングトランジスタおよび該液晶駆動電圧保持用コンデンサを設置するため反射表面での特性は略ぼ同一となり、安定した工程となる。上述の如く本発明は、半導体基板表面の凹凸形状のピッチが $1 \mu m$ から $100 \mu m$ の範囲で、該凹凸の高さが $0.1 \mu m$ から $10 \mu m$ の範囲でかつ凹凸の斜面角度が該半導体基板水平面に対して 0 から 30° としたから、表示電極表面がエッチング等による白色散乱面でないために偏

光が維持されて表示が明かるくなる。即ち、鏡面を維持しつつうねりを設けたため、従来の白色散乱面に比し倍以上の反射効率を得ることができる。又、上記の如く、傾斜角を規定したことにより、特に、表示面垂直方向への反射光量に集中的な光量増加をもたらすことができる効果を有する。

図面の簡単な説明

第1図は、半導体基板を使用した反射型液晶表示装置断面図、

11……透明ガラス板、12……半導体基板、13……スペーサ、14……液晶。

第2図は、2枚の透明ガラス板による反射型液晶表示装置断面図、

21, 21'……透明ガラス板、23……スペーサ、24……液晶、25……反射板。

第3図は、従来の不透明電極を用いた液晶表示パネルの表面形状で第3図aは、アルミニウム電極を $300^{\circ}C$ 以下で10分熱処理した場合の表面であり、第3図bは、アルミニウム電極を 450° で10分熱処理した場合の表面である。第3図cは、アルミニウム合金を熱処理後、エッチング処理した場の表面である。

31……アルミニウムを熱処理した際の再結晶による突起、32……アルミニウム鏡面、33……アルミニウム電極、34……アルミニウムを $450^{\circ}C$ で熱処理した際の再結晶による突起、35……アルミニウム鏡面、36……アルミニウム電極、37……アルミニウム合金を熱処理後エッチングした時の表面、38……アルミニウム電極。

第4図は、入射光を基板の法線から $\theta = 25^{\circ}$ 傾けて入射させた場合の反射光強度分布を示している。第4図aは、 $300^{\circ}C$ 以下で熱処理したアルミニウム鏡面、第4図bは $400^{\circ}C \sim 450^{\circ}C$ で熱処理したアルミニウム電極面、第4図cは、アルミニウムの合金を用いて、 $400^{\circ}C \sim 450^{\circ}C$ で熱処理後表面をエッチングすることにより微細な凹凸を付けた場合の反射光特性である。

41……入射光（偏光は、無い）、42……正反射光、43…… $300^{\circ}C$ 熱処理後アルミニウム電極面、44……反射光分布、45……基板法線方向の反射光、46……入射光（偏光は、無い）、47……正反射光、48…… $450^{\circ}C$ 熱処理後アルミニウム電極面、49……基板法線方向の反射

光、410……基板と略ぼ平行の反射光、411……反射光分布、412……入射光、413……正反射光、414……アルミニウム合金を熱処理後エッチングした基板の反射特性、415……反射光分布。

第5図は、液晶表示装置における光路図、

501……入射光、502……偏光板。

第6図は、本発明によるシリコン基板に凹凸を形成し、該基板上にスイッチングトランジスタおよび液晶駆動用コンデンサを設置した半導体基板断面図、

61……シリコン基板、62……リース、63……ドレイン、64……ゲートポリシリコン、65……ポリシリコン、66……CVD SiO₂、67……アルミニウム。

第7図は、本発明によるアルミニウム電極表面の断面の1例で、略々正弦波状の表面を示した図である。第8図は、本発明によるアルミニウム電極表面の断面形状が、正弦波に近いものを用いて、光を入射させた時の散乱状態を示した図である。第8図aは、微細領域での反射光の状態を示した図であり、第8図bは、入射光の方向を変えて基板法線方向に返つて来る光を求めた図である。

81……基板の仮想水平面、82……仮想水平面から角度 θ を為す入射光、83……反射光、84……入射光、85……入射光のうち基板法線方向に返る光量、86……本発明による基板、87……法線方向反射光。

第9図aは、アルミニウム電極の表面状態を変えた液晶表示パネルを作成して電圧-反射光強度特性を測定した図である。第9図bは、上記電圧-反射光強度特性を測定する際の測定系を示した図である。

91……本発明による表面を有する基板を用いた液晶表示パネルの電圧-反射光強度カーブ、92……アルミニウム電極を400°C~450°Cで熱処理した後エッチングすることにより凹凸を形成した液晶表示パネルの電圧-反射光強度カーブ、93……アルミニウム電極を300°Cで熱処理した鏡面

に近い基板を用いた液晶表示パネルの電圧-反射光強度カーブ、94……液晶パネル、95……入射光、96……ハロゲンランプ（光源）、97……ホトマル、98……反射光。

5 第10図a、bは、アルミニウム電極の表面状態を変えて、光を入射させた時、パネルの法線方向に返つて来る光の量を示した図である。

101……入射光のうち基板法線方向に返る光、102……標準白色基板を用いた時入射光のうち基板法線方向に返る光量、103……法線方向反射光、104……アルミニウム電極を400°C~450°Cで熱処理した後エッチングすることにより凹凸を形成した基板、105……本発明による基板、106……本発明による基板を用いた時、15 入射光のうち基板法線方向に返る光量を示したもの、107……法線方向反射光。

第11図は、偏光板を用いたゲストホストパネル、用いないゲストホストパネル、ホワイトテラ型ゲストホストパネル、基板を本発明のものを用いたパネルの電圧-反射光強度特性を示した図である。

111……偏光板を用いないゲストホストパネルの電圧-反射光強度特性、基板は64を用いた。112……偏光板を用いたゲストホストパネルの電圧-反射光強度特性、基板64を用いた。113……基板として64を用いホワイトテラ型ゲストホスト液晶を用いたパネルの電圧-反射光強度特性、114……本発明による基板を用いた偏光板を使用したゲストホスト液晶パネルの電圧-反射光強度特性、115……ホワイトテラ型液晶のヒステレシス特性。

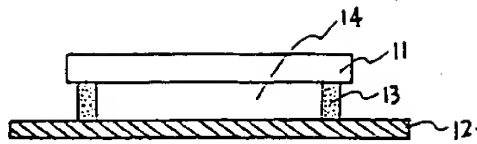
第12図は、半導体基板の偏光特性測定系、

121……光源、122……偏光板、123……半導体基板、124……偏光板。

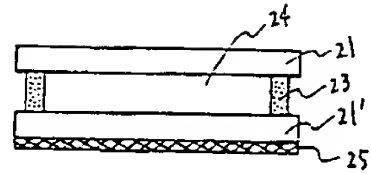
第13図は、半導体基板の偏光特性、

131……本発明による半導体基板の偏光特性、132……第3図bの様な表面形状を有する半導体基板の偏光特性、133……第3図cに示す表面形状を有する半導体基板の偏光特性、134……標準白色板の偏光特性。

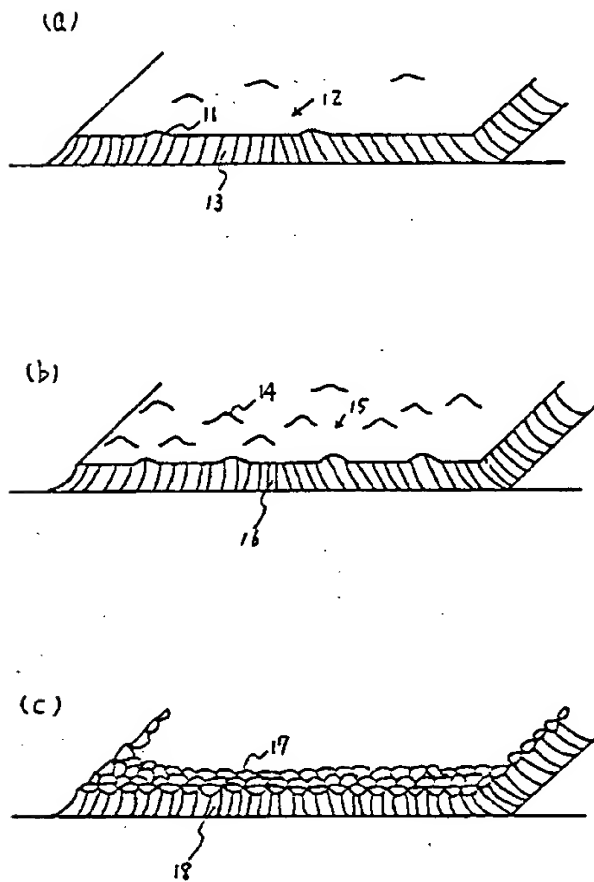
第 1 図



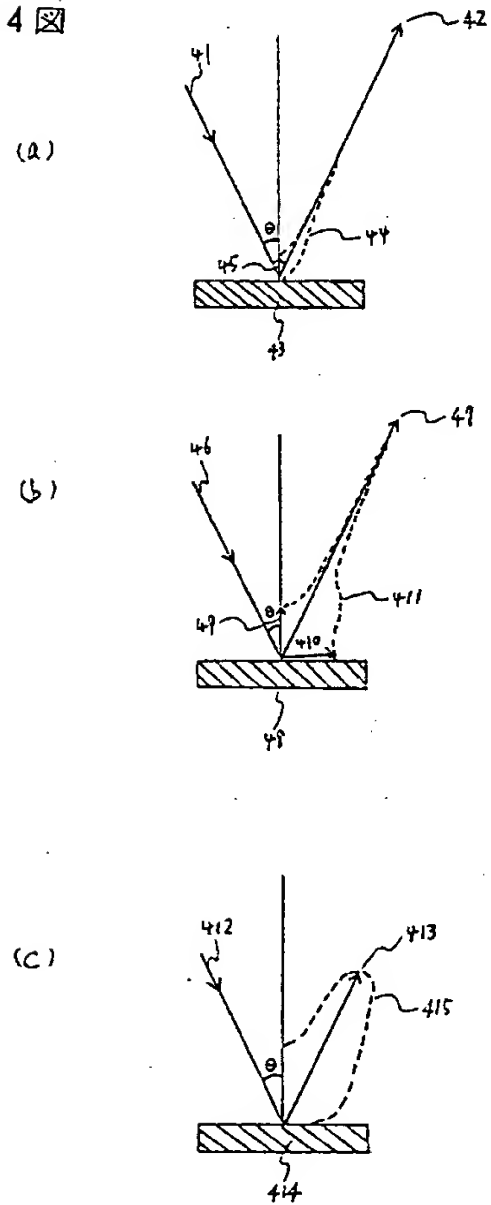
第 2 図



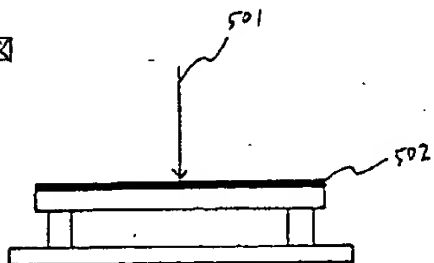
第 3 図



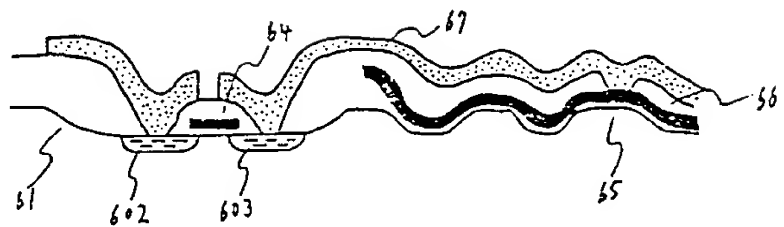
第 4 図



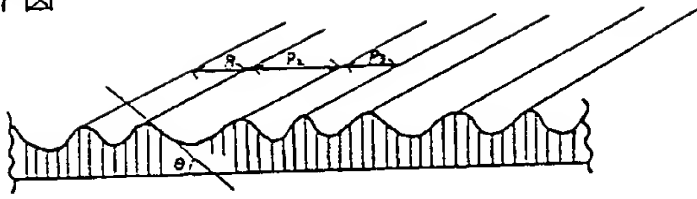
第 5 図



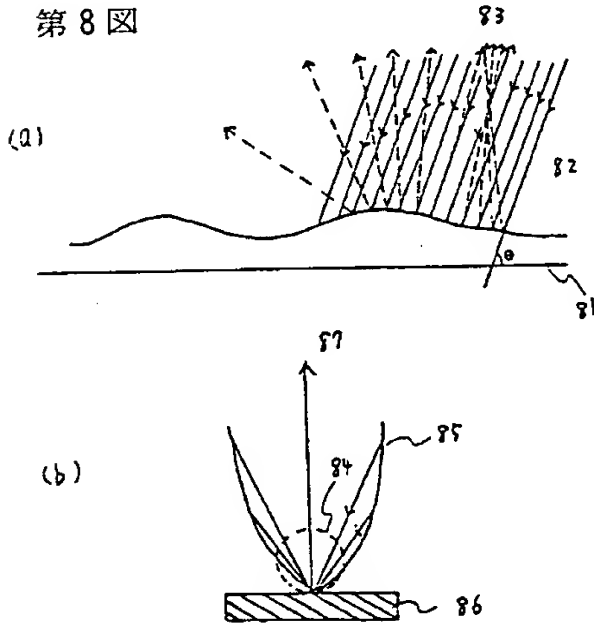
第 6 図



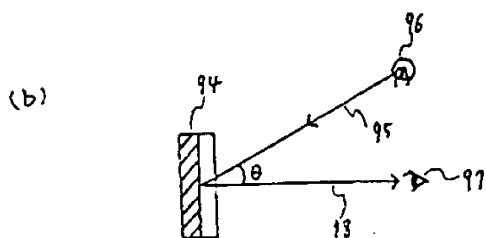
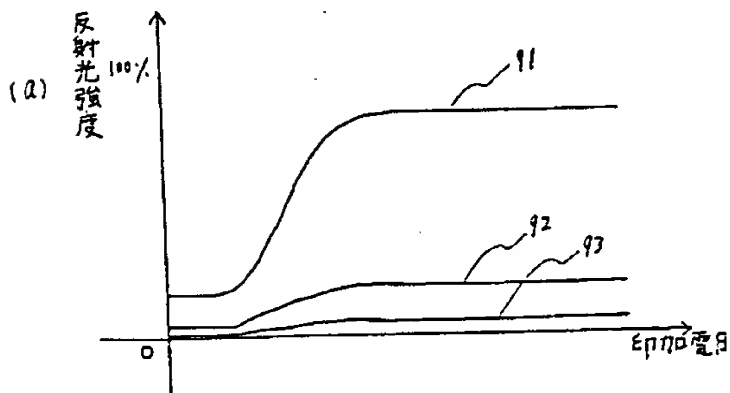
第7図



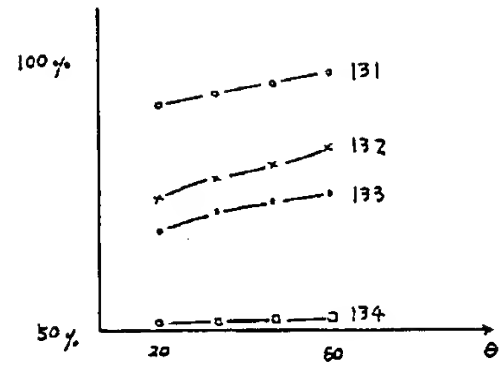
第8図



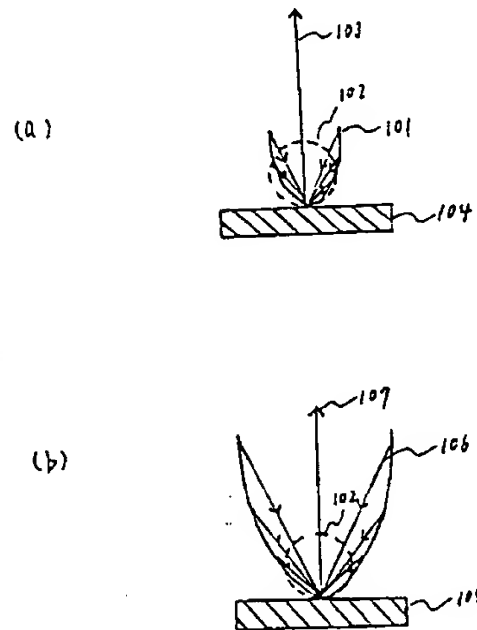
第9図



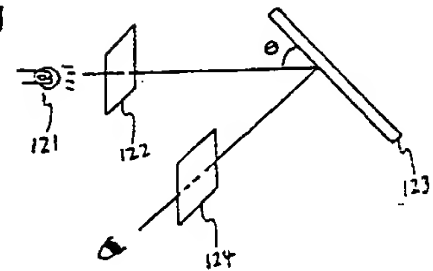
第13図



第10図



第12図



第11図

